

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ ⑫ Offenlegungsschrift  
⑯ ⑯ DE 199 09 698 A 1

⑯ Int. Cl. 7:  
B 66 F 11/04  
F 03 D 11/00  
E 04 G 1/36

⑯ ⑯ Aktenzeichen: 199 09 698.8  
⑯ ⑯ Anmeldetag: 5. 3. 1999  
⑯ ⑯ Offenlegungstag: 13. 4. 2000

DE 199 09 698 A 1

⑯ Innere Priorität:

298 16 942.8 22. 09. 1998  
298 19 391.4 30. 10. 1998

⑯ Anmelder:

Siebert, Antonius J., 59519 Möhnesee, DE; Robl, Klaus A., 59505 Bad Sassendorf, DE

⑯ Vertreter:

Patent- und Rechtsanwälte Meinke, Dabringhaus und Partner GbR, 44137 Dortmund

⑯ Erfinder:

Erfinder wird später genannt werden

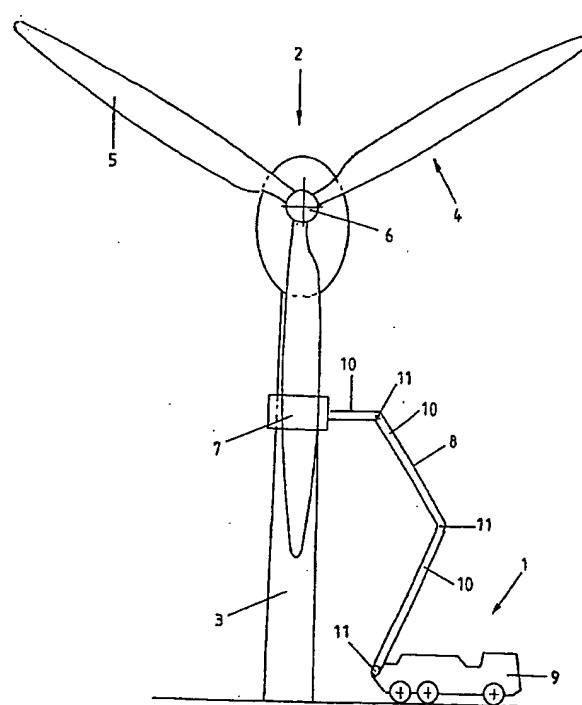
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Vorrichtung zur Durchführung von Reparatur- und Serviceleistungen insbesondere an Rotorblättern von Windkraftanlagen

⑯ Mit einer Vorrichtung zur Durchführung von Reparatur- und Serviceleistungen an der Witterung ausgesetzten Objekten aus faserverstärktem Kunststoff, Aluminium o. dgl., insbesondere zur Instandhaltung und Wartung von Rotorblättern von Windkraftanlagen, soll eine Lösung geschaffen werden, mit der Wartungs- und Reparaturarbeiten an derartigen Objekten praktisch bei jedem Wetter möglich gemacht werden sollen.

Dies wird durch eine Bereiche des Rotorblattes (5) aufnehmende Arbeitskabine (7) mit Dichteinrichtungen (17-19) zum Abdichten der Arbeitskabine (7) gegenüber den am Standort herrschenden Umgebungsbedingungen erreicht.



DE 199 09 698 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung richtet sich auf eine Vorrichtung zur Durchführung von Reparatur- und Serviceleistungen an der Witterung ausgesetzten Objekten aus faserverstärktem Kunststoff, Aluminium od. dgl., insbesondere zur Instandhaltung und Wartung von Rotorblättern von Windkraftanlagen.

Bei Reparaturen an Oberflächen an nichtmetallischen Werkstoffen müssen in der Regel besondere Bedingungen eingehalten werden. So gibt beispielsweise der "Germanische Lloyd" Richtlinien heraus, die derartige Reparaturen von Bauteilen betreffen.

Um allen diesen Besonderheiten gerecht werden zu können, ist es bekannt, beispielsweise bei der Reparatur von Rotorblättern an Windkraftanlagen die Rotorblätter zu demonstrieren und in eine Werkshalle zu transportieren, um dort die äußeren Bedingungen so zu gestalten, daß die Normen und Anregungen des "Germanischen Lloyds" eingehalten werden. Der damit verbundene Aufwand ist beträchtlich, die Stillstandszeiten der Windkraftanlagen vergleichsweise hoch, so daß man bemüht ist, wenn irgendmöglich, diese Instandhaltungs- und Wartungsanlagen vor Ort unmittelbar am Rotor vorzunehmen.

Es sind daher Reparaturbühnen bekannt, die z. B. über Winden am Mast einer Windkraftanlage gehoben und gesenkt werden können und dabei offen ein Rotorblatt umgeben. Eine solche Anlage ist in der DE-43 39 638-A1 beschrieben. Eine ähnliche Anlage zeigt das DE-29 60 3278-U1, das sich dadurch auszeichnet, daß die Aufhängevorrichtung an der Wurzel der beiden nach oben weisenden Rotorblätter befestigt wird, wenn das dritte Rotorblatt gewartet wird, was voraussetzt, daß eine Windkraftanlage dreiblättrig ausgebildet ist.

Der diesen Arbeitsbühnen gemeinsame Nachteil besteht insbesondere darin, daß sie lediglich bei schönem Wetter eingesetzt werden können, da sonst die vom "Germanischen Lloyd" vorgeschriebenen Parameter nicht eingehalten werden können.

Hier setzt die Aufgabe der Erfindung ein, die darin besteht, eine Vorrichtung zu schaffen, die Wartungs- und Reparaturarbeiten an derartigen Objekten praktisch bei jedem Wetter möglich macht.

Mit einer Vorrichtung der eingangs bezeichneten Art wird diese Aufgabe durch eine Bereiche des Rotorblattes aufnehmende Arbeitskabine mit Dichteinrichtungen zum Abdichten der Arbeitskabine gegenüber den am Standort herrschenden Umgebungsbedingungen gelöst.

Bei einer derartigen Arbeitskabine, die einen Teil des Rotorblattes umgibt, lassen sich alle notwendigen Parameter einstellen, die für die durchzuführenden Arbeiten notwendig sind. So kann, um nur ein Beispiel zu nennen, die Temperatur eingestellt werden, die Luftfeuchtigkeit u. dgl.

Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen. Besonders zweckmäßig ist dabei, wenn die Arbeitskabine im wesentlichen querschnittlich U-förmig ausgebildet ist mit einem in Aufsicht U-förmigen Lauf- und Arbeitsdeck sowie einer Absperrung des offenen Bereiches zwischen den freien U-Schenkeln der Arbeitskabine.

Die Vorrichtung kann selbstverständlich auch mit einer Hubeinrichtung ausgerüstet sein, etwa mit Winden, wie im Stand der Technik vorbeschrieben, oder mit Auslegerarmen eines Hubsteigers od. dgl. Da das Rotorblatt die Kabine durchsetzt, weist diese auch im Boden und in der Decke Dichtelemente auf, wobei zweckmäßig diese Dichtelemente von einer Mehrzahl von aus einer Ruhestellung in eine Dichtstellung verfahrbaren Stößen gebildet werden. Dabei kann es zweckmäßig sein, die gemeinsamen Stößelenden

mit einem aufblasbaren Schlauchkörper auszurüsten, um eine besonders gute Abdichtung gegenüber der Umwelt zu ermöglichen. Die Betätigung dieser Dichtstößel kann pneumatisch, hydraulisch, magnetisch oder elektrisch erfolgen.

5 Vorteilhaft ist es, wenn die Arbeitskabine mit einer Klimatisierungsanlage insbesondere zum Heizen und Be- und Entlüften ausgerüstet ist, wie dies in weiterer Ausgestaltung der Erfindung ebenfalls vorgesehen sein kann.

Eine Besonderheit der Arbeitskabine kann darüber hinaus 10 darin bestehen, daß diese mit einer Greifeinrichtung zum Fixieren eines Rotorblattes ausgerüstet ist, um in der Kabine ein Rotorblatt demonstrieren zu können und es zusammen mit der Kabine dann auf den Boden absenken zu können.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung kann darin bestehen, daß die Arbeitskabine als Slipwagen zur Fixierung, 15 Förderung und Längsdrehung eines Rotorblattes ausgestaltet ist. Mit dieser Gestaltung ist es möglich, zunächst ein Rotorblatt zu demontieren, wobei es von der Arbeitskabine gehalten wird. Dabei können Fördereinrichtungen vorgesehen 20 sein, die bei demontiertem und vom Masten der Windkraftanlage entfernten Rotorblatt dieses in der Arbeitskabine so verschieben, daß etwa ein mittiger Schwerpunkt des Gesamtsystems erreicht wird. Das Hubelement der Arbeitskabine setzt diese dann in Richtung auf den Boden und setzt die 25 Arbeitskabine so ab, daß sie als Slipwagen einsetzbar ist.

Eine alternative Ausgestaltung kann darin bestehen, daß die Hubeinrichtung von einer am Mast der Windkraftanlage befestigten und/oder befestigbaren Schiene mit Seilzug zur Förderung der Arbeitskabine ausgebildet ist, wobei beispielsweise die Schiene als teleskopierbarer Bestandteil eines Fahrzeugaufbaues gestaltet sein kann.

Mit einer derartigen Gestaltung kann die Tragfähigkeit des Mastes mit eingesetzt werden, um die erfindungsgemäße Arbeitskabine zu bewegen. Je nach Standort und Gestaltung kann die Schiene auch ein integraler Bestandteil des Mastes sein.

Die Schienenanlage kann mit Fixiereinrichtungen zur Festlegung am Mast der Windkraftanlage ausgerüstet sein, wie dies die Erfindung in weiterer Ausgestaltung ebenfalls 40 vorsieht.

Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aufgrund der nachfolgenden Beschreibung sowie anhand der Zeichnung. Diese zeigt in stark vereinfachter Darstellung in

45 Fig. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung in Arbeitsposition in der Seitenansicht,

Fig. 2 eine Arbeitskabine in Aufsicht im geöffneten Zustand,

Fig. 3 eine Arbeitskabine in Aufsicht im geschlossenen Zustand,

Fig. 4 eine Arbeitskabine im Schnitt IV-IV gemäß Fig. 2,

Fig. 5 eine Arbeitskabine im Schnitt V-V gemäß Fig. 3 sowie in

55 Fig. 6 die Seitenansicht auf eine Windkraftanlage mit am Mast angelegter Schienenanlage.

Fig. 1 zeigt eine Vorrichtung 1 zur Wartung von Windkraftanlagen in Arbeitsposition einer Windkraftanlage 2. Die Windkraftanlage 2 umfaßt einen Tragmast 3, in dessen oberen Bereich ein Rotor 4 angeordnet ist. Dieser weist drei Rotorblätter 5, die an einer Nabe 6 befestigt sind, auf. Die Nabe 6 ist zugleich Drehachse des Rotors 4 und in bekannter Weise beispielsweise mittels eines hier nicht dargestellten Übersetzungsgetriebes mit einem ebenso nicht dargestellten Generator verbunden. Der Abtrieb der Nabe 6 ist in bekannter Weise so ausgelegt, daß sich diese in mehreren Stellungen arretieren läßt, so daß zum Beispiel eine Demontage der Rotorblätter 5 durchführbar ist.

Die Vorrichtung zur Wartung von Windkraftanlagen 1

umfaßt eine Arbeitskabine 7, die mittels eines Hubarmes 8 mit einem Fahrzeug 9 verbunden ist. Das Fahrzeug 9 kann als selbständiger Lkw oder beispielsweise als Anhänger mit Hilfsaggregaten ausgeführt sein. Der Hubarm 8 umfaßt mehrere Armsegmente 10, die mittels Gelenken 11 miteinander verbunden sind. In der hier dargestellten Ausführungsform werden drei Armsegmente 10 verwendet, die Anzahl der Armsegmente 10 ist aber prinzipiell beliebig veränderbar. Die Armsegmente selbst können als Teleskoparme ausgebildet sein, so daß sich die maximal erreichbare Arbeitshöhe der Arbeitskabine 7 vergrößern läßt. Die Gelenke 11 können beispielsweise mittels Hydraulikzylinder bewegt werden.

Fig. 2 zeigt die Arbeitskabine 7 in der Ansicht von oben in einer ersten Konfiguration. Diese umfaßt eine Querwand 12, die an einem Armsegment 10 starr befestigt ist. An der dem Armsegment 10 abgewandten Seite der Querwand 12 ist beidseitig jeweils eine Längswand 13 angeordnet. An ihrer Ober- und Unterseite, vgl. Fig. 4, wird die Arbeitskabine von je einer U-förmig ausgeschnittenen Bodenplatte 14 sowie einer Dachplatte 15 abgedeckt. Die Arbeitskabine 7 verfügt damit über einen nutartigen Ausschnitt 16, in den ein Rotorblatt 5 einbringbar ist. Bei festgelegtem Rotor 4 läßt sich das Rotorblatt 5 durch Bewegen der Arbeitskabine 7 mit Hilfe des Hubarmes 8 in die Arbeitsposition gemäß Fig. 2 bringen.

Sowohl im Bereich der Bodenplatte 14 als auch im Bereich der Dachplatte 15 verfügt die Arbeitskabine 7 über einen beiderseits des U-förmigen Ausschnittes angebrachten Schlauchkörper 17. Dieser kann aufgeblasen und mit Hilfe von Stößeln 18 auf die Oberfläche des Rotorblattes 5 gedrückt werden, vgl. Fig. 3. Die Stößel 18 können zum Beispiel hydraulisch oder per Luftdruck bewegt werden. Die Stößel 18 sind dazu beweglich in der Bodenplatte 14 bzw. Dachplatte 15 angeordnet. Alternativ zu einzelnen Stößeln 18 könnten hier auch größere Plattensegmente verwendet werden.

Fig. 3 zeigt in der Schließlage die Dichtungen mit angelegtem Schlauchkörper 17 am Rotorblatt 5. Eine an der dem Armsegment 10 abgewandten Seite der Arbeitskabine 7 angeordnete Schiebetür 19 dichtet dabei die Arbeitskabine 7 nach außen hin ab. In dieser Konfiguration ist die Arbeitskabine 7 nach außen hin weitgehend abgedichtet, so daß sich Arbeiten an dem umschlossenen Teil des Rotorblattes 5 ohne Witterungseinflüsse von außen durchführen lassen.

Fig. 4 zeigt die erste Konfiguration der Arbeitskabine 7 gemäß Fig. 2 im Schnitt gemäß IV-IV. Entsprechend zeigt Fig. 5 die Arbeitskabine 7 in der zweiten Konfiguration entsprechend Fig. 3 im Schnitt V-V. Die beiden Figuren verdeutlichen, daß das Rotorblatt 5 auch in einer Position, die deutlich von der Senkrechten abweicht, in dem Ausschnitt 16 der Arbeitskabine 7 festgelegt werden kann.

Im folgenden wird ein Verfahren zur Wartung von Windkraftanlagen mit Hilfe der zuvor beschriebenen Vorrichtung dargestellt. In der ersten Konfiguration gemäß Fig. 2 bzw. Fig. 4 wird die Arbeitskabine 7 mit Hilfe des Hubarmes 8 in eine derartige Position gebracht, daß das in etwa in einer senkrechten nach unten zeigenden Stellung arrierte Rotorblatt im Ausschnitt 16 zu liegen kommt. Der Schlauchkörper 17 wird sodann mit Hilfe der Stößel 18 auf die Oberfläche des Rotorblattes 5 gepreßt, so daß der Innenraum der Arbeitskabine 7 weitgehend gegenüber der Umgebung abgedichtet ist. Wartungsarbeiten an dem Rotorblatt 5 können nun unabhängig von der Witterung innerhalb der Arbeitskabine 7 durchgeführt werden.

Die Arbeitskabine 7 kann zudem mit Absaugeinrichtungen versehen sein, so daß zum Beispiel Sandstrahl- oder Schleifarbeiten ohne Beeinträchtigung der Umwelt möglich

sind. Sobald ein Segment eines Rotorblattes 5 bearbeitet ist, wird der Schlauchkörper 17 von der Oberfläche des Rotorblattes 5 gelöst, so daß die Arbeitskabine 7 wieder in eine Konfiguration gemäß Fig. 2 bzw. gemäß Fig. 4 überführt wird. In dieser Konfiguration ist die Arbeitskabine 7 entlang des Rotorblattes 5 verfahrbar und kann in eine neue Position gebracht werden.

Durch Andrücken des Schlauchkörpers 17 an die Oberfläche des Rotorblattes 5 kann an der gewünschten neuen Position wiederum ein geschlossener Arbeitsraum hergestellt werden. Auf diese Weise kann nach und nach das gesamte Rotorblatt 5 mit der Arbeitskabine 7 abgedeckt werden. Durch Drehen des Rotors 4 und erneutes Arretieren können auch die anderen Rotorblätter 5 entsprechend bearbeitet werden.

Nicht näher dargestellt ist die Möglichkeit, die Arbeitskabine 7 mit einer Greifeinrichtung auszustatten, die es erlaubt, ein demontiertes Rotorblatt 5 zu fixieren, um es mit der Hubeinrichtung 8 am Boden niederlegen zu können. Dabei kann die Arbeitskabine 7 als sogenannter Slipwagen ausgestaltet sein, etwa mit an der Rückwand befestigten Laufrädern, so daß das demontierte Rotorblatt mittels der Arbeitskabine zu einer Werkshalle od. dgl. gefördert werden kann.

In Fig. 6 ist eine alternative Gestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt, wobei alle funktionsmäßig gleichen Elemente die gleichen Bezeichnungen tragen wie bei der vorangegangenen Beschreibung.

Die auch hier allgemein mit 1 bezeichnete Vorrichtung dient zur Wartung und Reinigung der Rotorblätter 5 des Rotors 4 einer Windkraftanlage, allgemein mit 2 bezeichnet, am oberen Ende eines Tragmastes 3. Von einem Fahrzeug 9 aus kann nach dieser Variante am Tragmast 3 ein Schienensystem 20 angelegt oder befestigt werden, auf dem ein Schlitten 21 mit der Arbeitskabine 7 verfahrbar angeordnet ist.

Lediglich symbolisch ist ein Seilzug 22 gestrichelt dargestellt, an dem die Kabine 7 gehoben und gesenkt werden kann, die entsprechende Winde kann beispielsweise auf dem Fahrzeug 9 positioniert sein.

Mittels eines zusätzlichen Kniearmes 23 ist in Fig. 6 angedeutet, daß das Schienensystem 20 auch als integraler Aufbaubestandteil des Fahrzeugs 9 ausgebildet sein kann, etwa in Art einer Feuerwehrleiter od. dgl., natürlich kann 45 auch in Art eines Stecksystems eine segmentweise Montage vorgesehen sein. In der Figur sind auch klammerartige Elemente 24 dargestellt, mit denen das Schienensystem am Mast fixierbar ist.

Natürlich sind die beschriebenen Ausführungsbeispiele der Erfindung noch in vielfacher Hinsicht abzuändern, ohne den Grundgedanken zu verlassen. So kann die Arbeitsbühne 7 beispielsweise auf dem Schlitten 21 in der Horizontalen verstellbar angeordnet sein, um ggf. unterschiedliche Rotorblattabstände relativ zum Mast ausgleichen zu können 55 u. dgl. mehr.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Durchführung von Reparatur- und Serviceleistungen an der Witterung ausgesetzten Objekten aus faserverstärktem Kunststoff, Aluminium od. dgl., insbesondere zur Instandhaltung und Wartung von Rotorblättern von Windkraftanlagen, gekennzeichnet durch eine Bereiche des Rotorblattes (5) aufnehmende Arbeitskabine (7) mit Dichteinrichtungen (17-19) zum Abdichten der Arbeitskabine (7) gegenüber den am Standort herrschenden Umgebungsbedingungen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitskabine (7) im wesentlichen querschnittlich U-förmig ausgebildet ist mit einem in Aufsicht U-förmigen Lauf- und Arbeitsdeck sowie einer Absperrung (19) des offenen Bereiches zwischen den freien U-Schenkeln der Arbeitskabine. 5

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch eine Hubeinrichtung (8) zur Führung der Arbeitskabine (7) über die Länge eines Rotorblattes (5). 10

4. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Boden- und Dachbereich (14, 15) der Arbeitskabine (7) in einer Mehrzahl von aus einer Ruhestellung und einer Dichtstellung verfahrbaren Stößeln (18) versehen ist. 15

5. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die vorderen freien Enden aller benachbarten Stößel (18) mit einem gemeinsamen aufblasbaren Schlauchkörper (17) ausgerüstet sind. 20

6. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Betätigung der Dichtstößel (18) pneumatisch, hydraulisch, magnetisch oder elektrisch erfolgt. 25

7. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitskabine (7) mit einer Klimatisierungsanlage insbesondere zum Heizen und Be- und Entlüften ausgerüstet ist. 30

8. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Arbeitskabine (7) mit Hubeinrichtung eine Greifeinrichtung zum Fixieren eines Rotorblattes zugeordnet ist. 35

9. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitskabine (7) mit Hubeinrichtung (8) als Aufbau eines Fahrzeugs (9) ausgebildet ist. 40

10. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitskabine (7) als Slipwagen zur Fixierung, Förderung und Längsdrehung eines Rotorblattes (5) ausgestaltet ist. 45

11. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Hubeinrichtung (8) als ein am Mast (3) der Windkraftanlage befestigtes und/oder befestigbares Schienensystem (20) mit Seilzug (21) zur Förderung der Arbeitskabine (7) ausgebildet ist. 50

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Schienensystem (20) als teleskopierbarer Bestandteil eines Fahrzeugaufbaues ausgebildet ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Schienensystem (20) mit Fixiereinrichtungen (24) zur Festlegung am Mast der Windkraftanlage ausgerüstet ist. 55

---

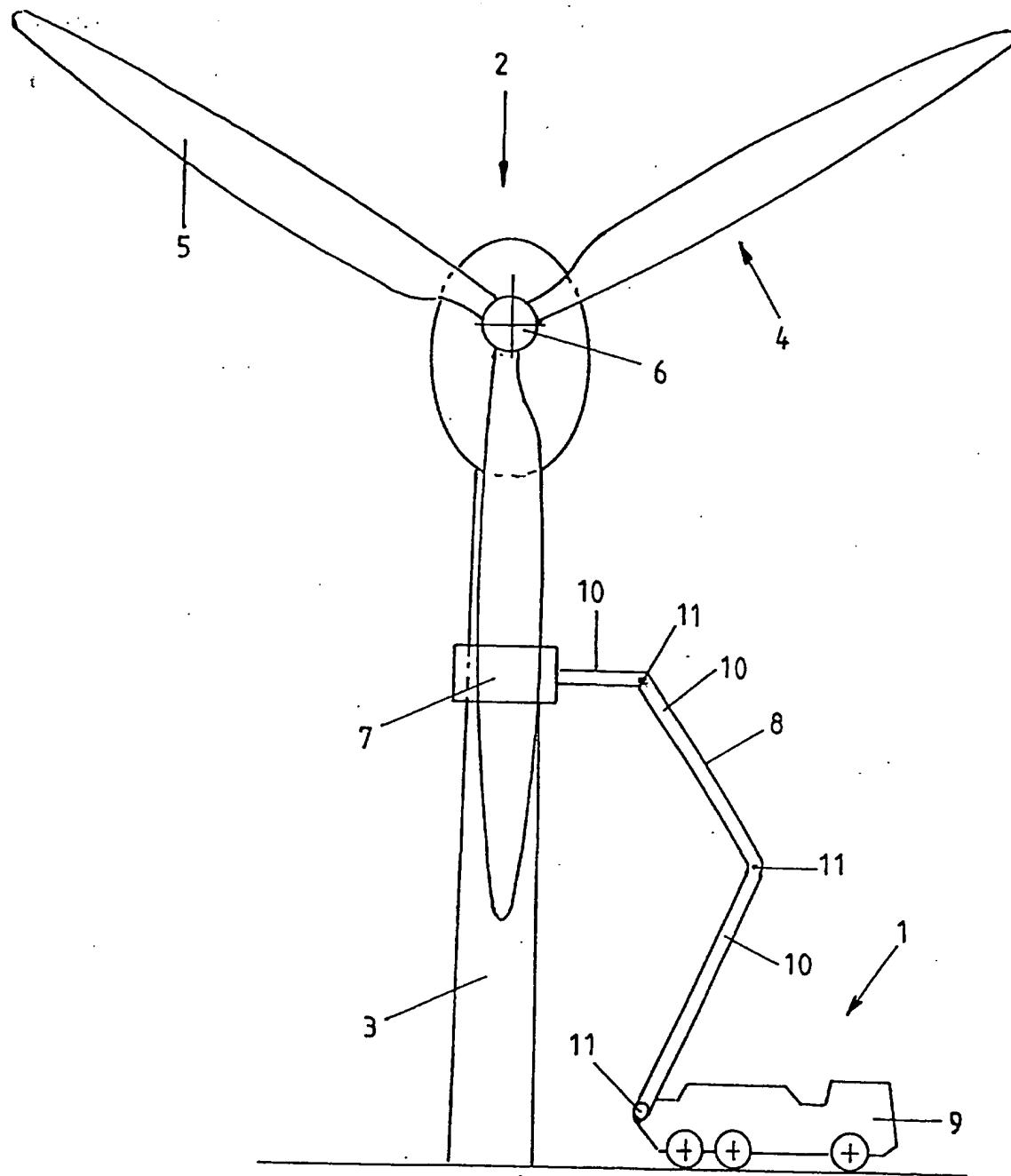
Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

Fig.1



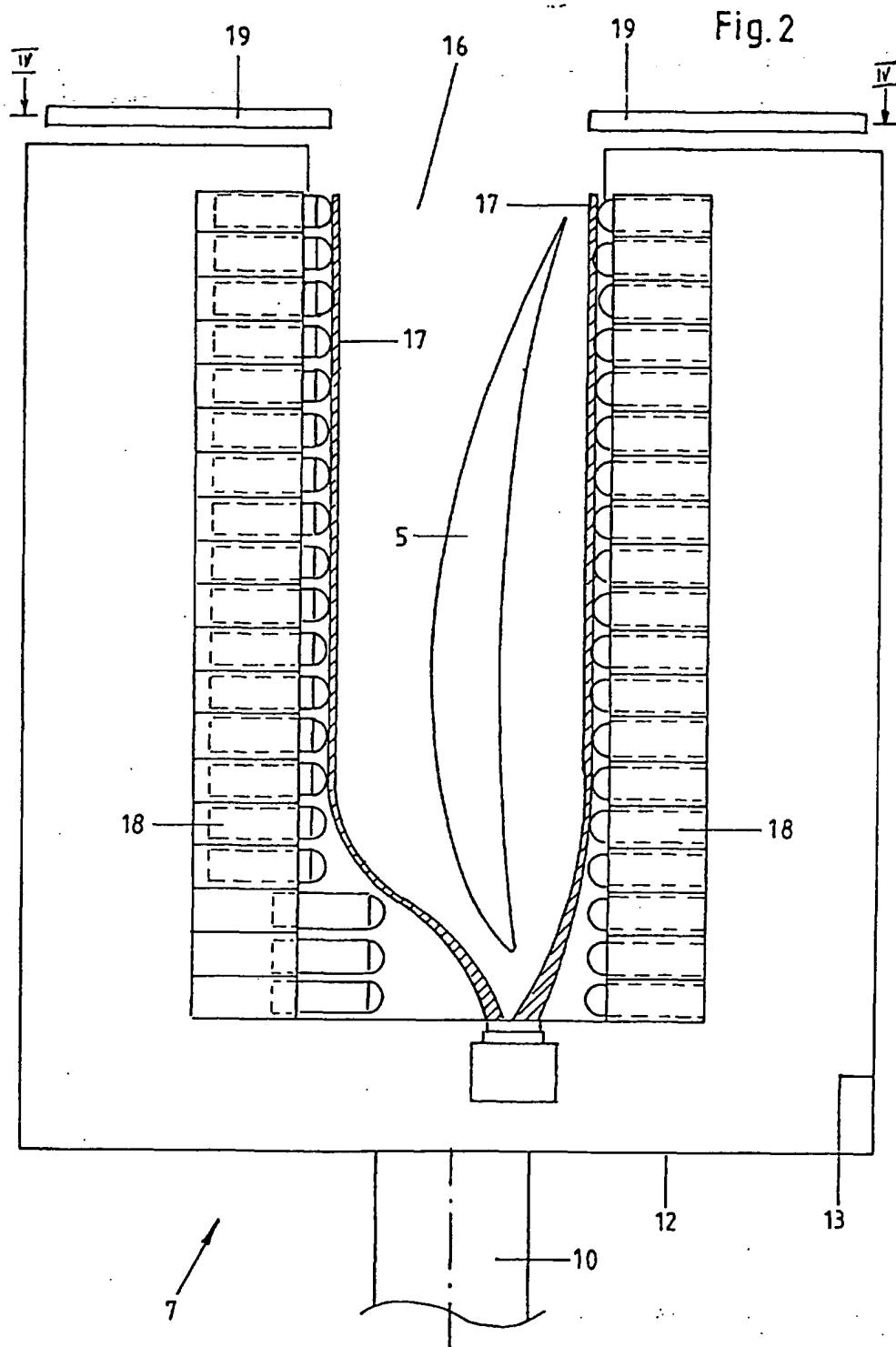


Fig. 3

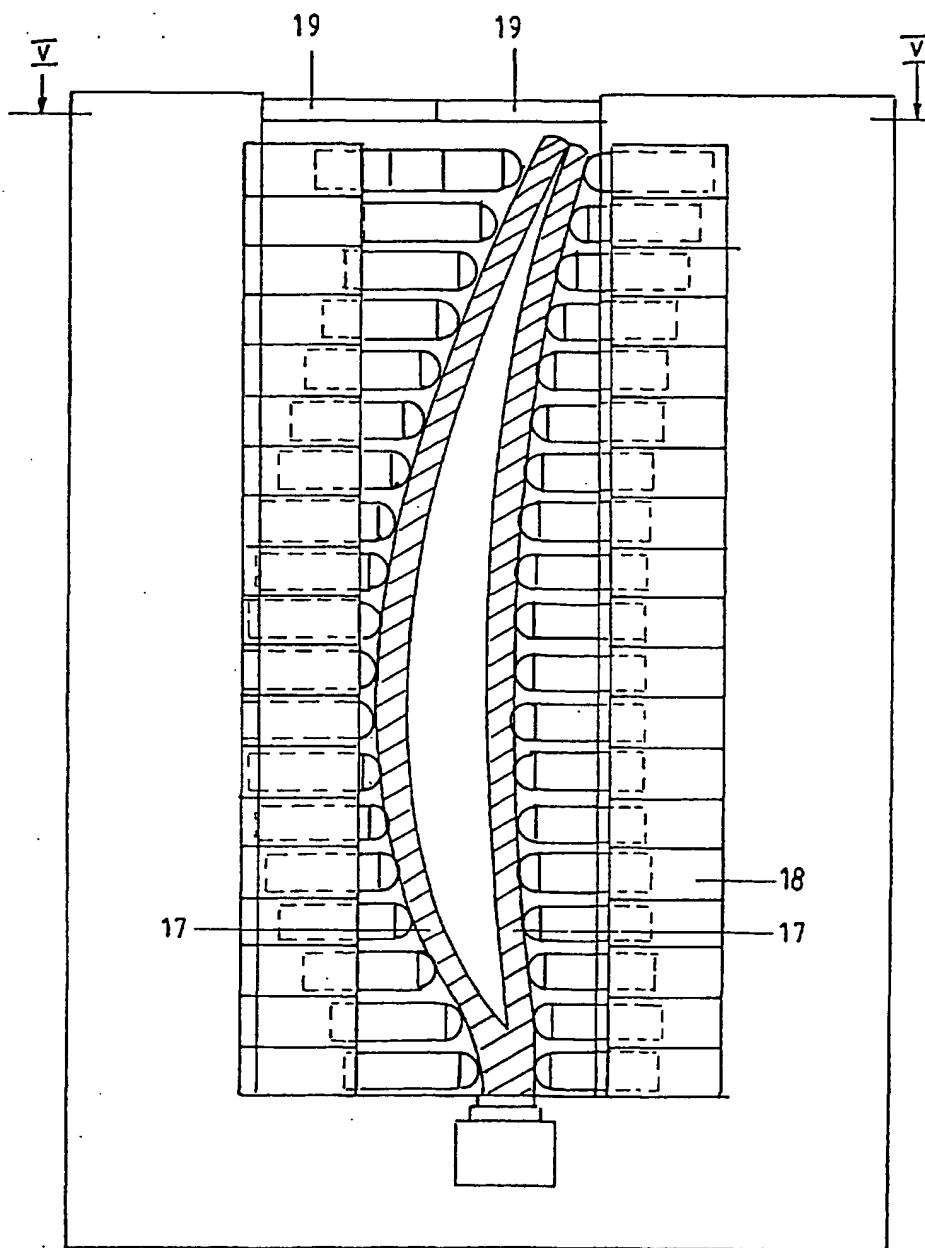


Fig.4

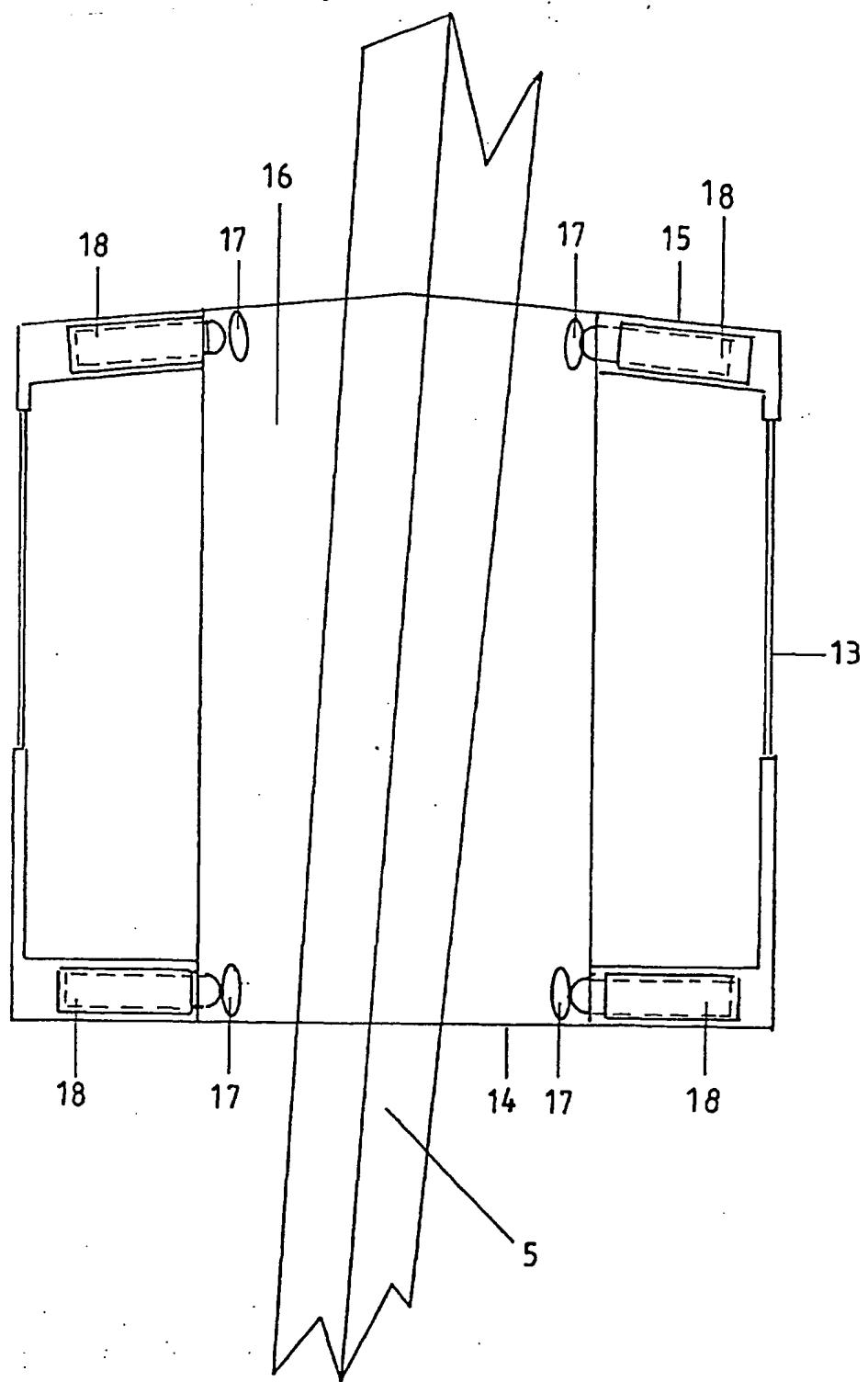
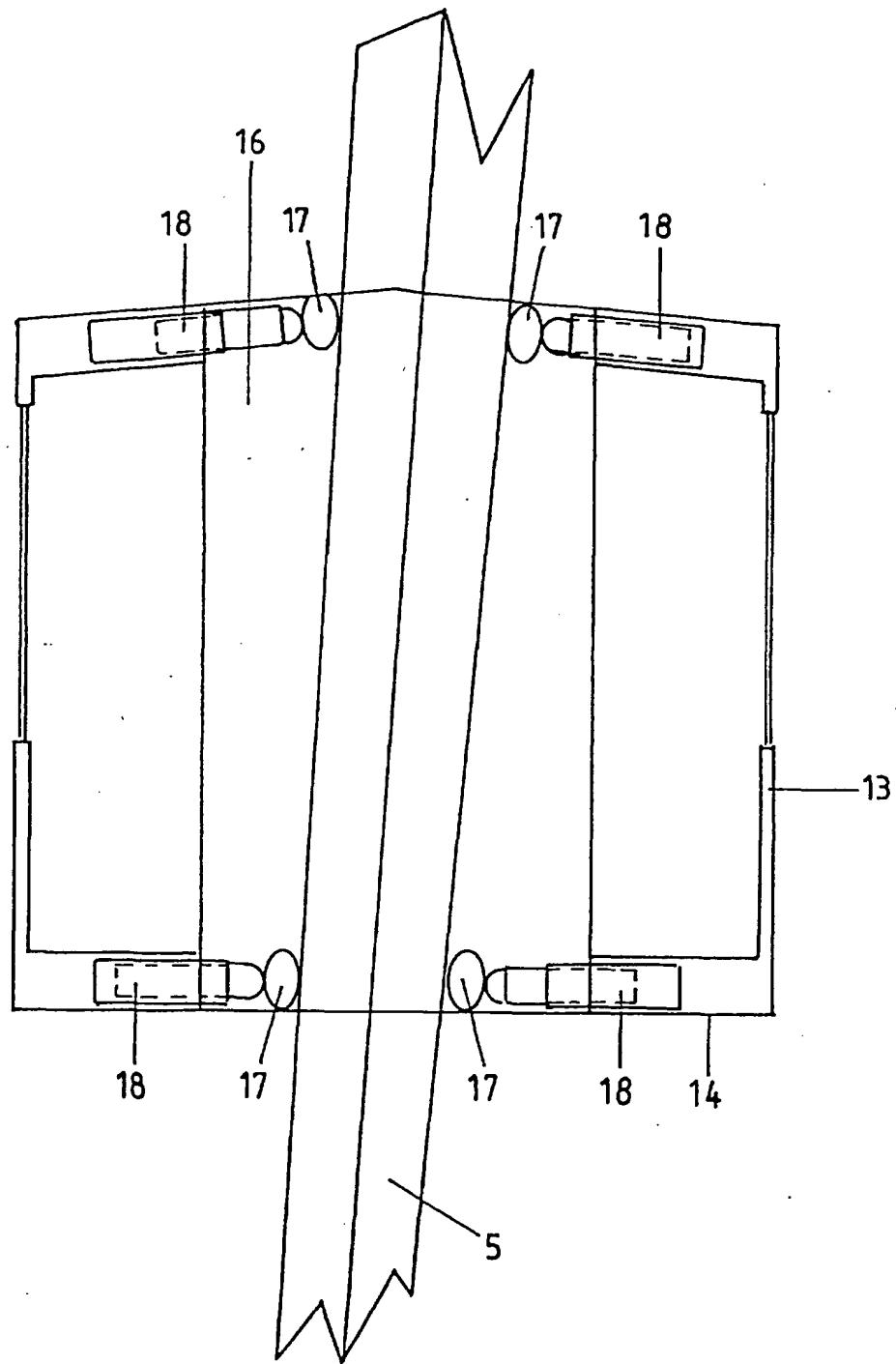


Fig. 5



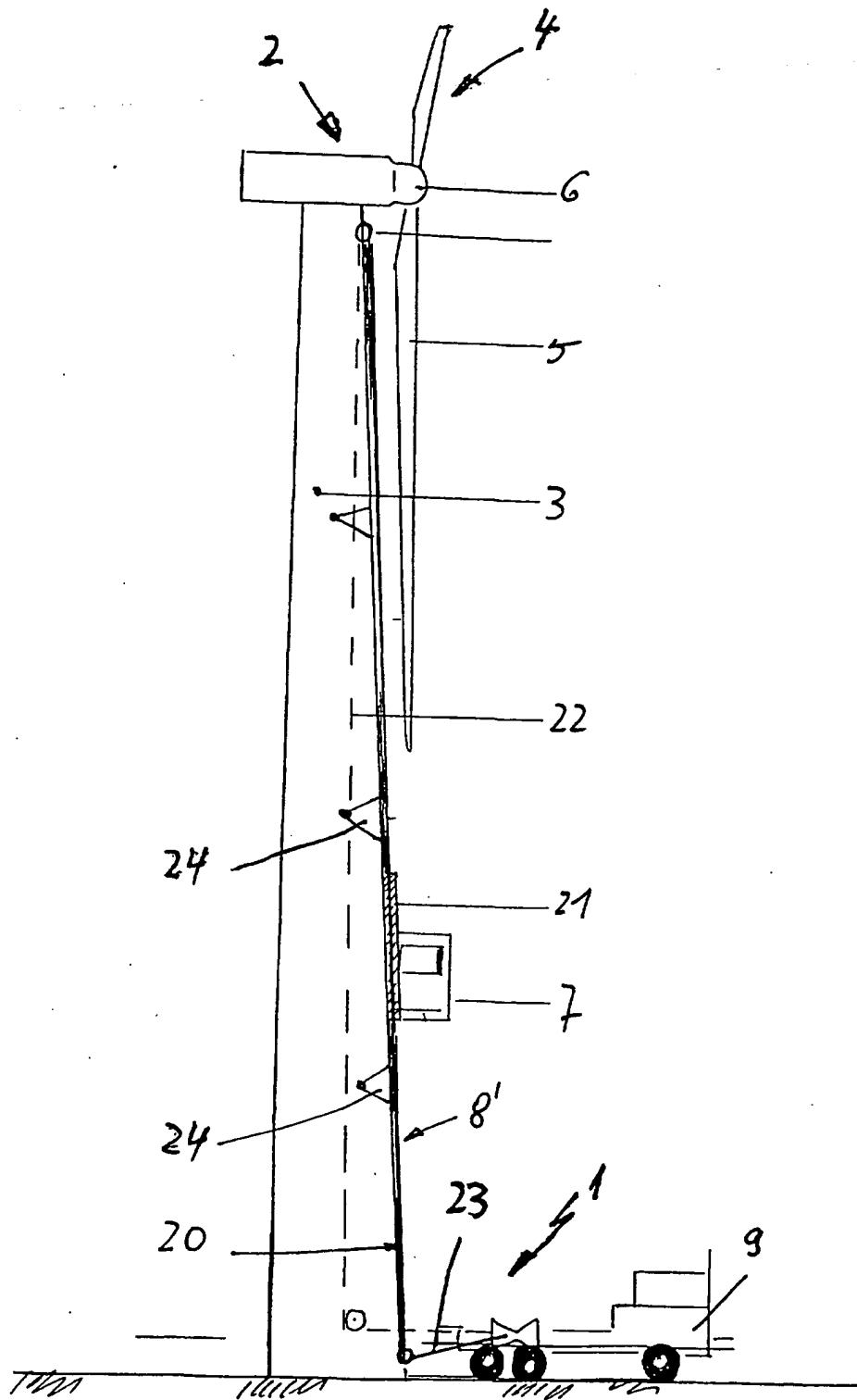


Fig. 6